

**Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів,  
виробів широкого вжитку та спеціального призначення**  
*Прикладна механіка та машини*

УДК 677.055

**ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ РУКАВИЧНИХ АВТОМАТІВ,  
ЗУМОВЛЕНИХ ЗВОРОТНО-ПОСТУПАЛЬНИМ РУХОМ КАРЕТОК**

Асп. О.В. Чабан

Наук. керівник проф. Б.Ф. Піпа

Київський національний університет технологій та дизайну

Недоліком приводів існуючих рукавичних автоматів є зворотно-поступальний рух в'язальної та проміжної кареток, що призводить до появи значних динамічних навантажень, обумовлених їх інерційністю. Динамічні навантаження негативно впливають на надійність та довговічність роботи рукавичного автомату та на якість виробів. Зниження цих навантажень є однією із актуальних проблем трикотажного машинобудування.

Визначимо величину динамічних навантажень, обумовлених інерційністю кареток рукавичного автомату. Розглянемо момент переходу пальця повзуна проміжної каретки, що з'єднує каретки з приводним ланцюгом, з прямолінійної ділянки траєкторії руху на криволінійну ділянку 1 – 2 (рис. 1).

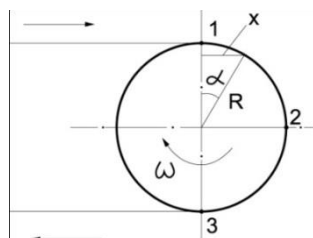


Рис. 1. Траєкторія руху пальця повзуна проміжної каретки рукавичного автомату на криволінійній ділянці траси ланцюга

Очевидно:

$$F_u = -m a, \quad (1)$$

де  $F_u$  - динамічне навантаження, обумовлене зворотно-поступальним рухом кареток;  
 $m$  - приведена сумарна маса повзуна з пальцем, проміжної і в'язальної кареток;  
 $a$  - прискорення кареток.

Аналізуючи траєкторію руху кареток (рис. 1), приходимо до висновку, що:  $a = \ddot{X}$ . (2)

Беручи до уваги, що:

$$\ddot{X} = R \sin \alpha = R \sin \omega t, \quad (3)$$

де  $X$  - лінійне переміщення кареток на ділянці уповільнення руху (траєкторія 1 – 2);  
 $R$  - радіус ділильного кола зірочки;  
 $\alpha$  - кут повороту зірочки;  
 $\omega$  - кутова швидкість обертання зірочки;  
 $t$  - час руху кареток на траєкторії 1 – 2 ,

із рівняння (2) отримуємо:

$$a = -R \omega^2 \sin \omega t \quad (4)$$

Тоді рівняння (1) з урахуванням (4) приймає вид:

$$F_u = mR \omega^2 \sin \omega t. \quad (5)$$

Беручи до уваги, що  $\omega = V / R$  , де  $V$  - лінійна швидкість руху в'язальної каретки, рівняння (5) можна представити у вигляді:

$$F_u = \frac{mV^2}{R} \sin \omega t. \quad (6)$$

Очевидно, що динамічне навантаження досягає свого максимального значення в момент проходження пальцем точки 2 криволінійної траєкторії руху кареток, коли  $\alpha = \omega t = 0,5\pi$  , і

буде дорівнювати:

$$F_u = F_{u \max} = \frac{mV^2}{R}. \quad (7)$$

**Нові наукомісткі технології виробництва матеріалів,  
виробів широкого вжитку та спеціального призначення**  
*Прикладна механіка та машини*

Для рукавичного автомату ПА-8-33, для якого  $m = 17,5$  кг,  $V=0,84$  м/с;  $R=72,97$  мм, максимальна величина динамічного навантаження становить:

$$F_u = F_{u \max} = \frac{17,5 \cdot 0,84^2}{72,97 \cdot 10^{-3}} = 169,2 \text{ Н}.$$

З метою зниження динамічних навантажень, обумовлених інерційністю зворотно-поступального руху кареток, можна запропонувати використання в приводі накопичувачів-компенсаторів енергії, виконаних у вигляді циліндричних пружин стиску. У цьому випадку в якості розрахункової схеми для визначення параметрів накопичувача-компенсатора енергії можна прийняти схему, приведену на рис. 2.

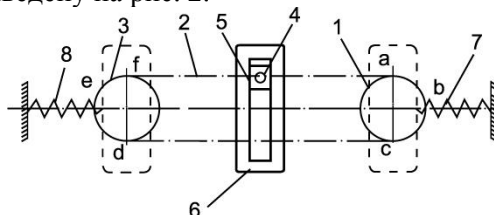


Рис. 2. Розрахункова схема приводу рукавичного автомату з накопичувачами-компенсаторами енергії:  
1 - ведуча зірочка; 2 - ланцюг; 3 - ведена зірочка; 4 - палець; 5 - повзун; 6 - проміжна каретка;  
7, 8 - накопичувачі-компенсатори енергії (пружини стиску)

Наявність пружин стиску 7, 8 (рис. 2) призводить до накопичення енергії пружин при переході пальця з прямолінійної ділянки траєкторії руху ланцюга 2 на криволінійну і віддачі енергії механічній системі приводу при русі пальця з криволінійної ділянки траєкторії на прямолінійну (конструкція приводу виконана таким чином, що взаємодія пружини 7 з проміжною кареткою 6 починається при підході до точки *a* траєкторії, а пружини 8 з проміжною кареткою 6 – при підході пальця до точки *d* траєкторії).

При русі пальця на ділянці *a-b* зірочки 1 сила інерції використовується на стиск пружини 7, накопичуючи в ній енергію. При виведенні кареток і повзуна з пальцем із положення спокою (точка *b*) і до моменту досягнення сталої швидкості руху (ділянка *b-c*) накопичена енергія пружини 7 використовується на подолання сили інерції мас кареток. Аналогічний процес відбувається на ділянці огинання ланцюга 2 веденою зірочкою 3 (ділянка траєкторії *d-e-f*).

Визначимо необхідну жорсткість пружин стиску. Очевидно при введенні до складу приводу рукавичного автомату пружин стиску навантаження, що діє зі сторони пальця на ланцюг, може бути визначено з умови:

$$F = F_u - F_{np} - F_{mp}, \quad (8)$$

де  $F$  - сила, що діє на палець;  $F_{np}$  - сила пружини;

$F_{mp}$  - сумарні сили тертя руху кареток по направляючим.

З метою спрощення рішення поставленого завдання силами тертя  $F_{mp}$  нехтуємо. Тоді рівняння (8) приймає вид:

$$F = F_u - F_{np}. \quad (9)$$

Очевидно максимальний ефект використання накопичувачів-компенсаторів енергії буде досягнуто при виконанні умови:

$$F_u = F_{np}. \quad (10)$$

Оскільки в якості накопичувача-компенсатора використовується пружина стиску, маємо:

$$F_{np} = CX = CR \sin \alpha = CR \sin \omega t. \quad (11)$$

Підставляючи (5) і (11) в рівняння (10), отримуємо:

$$mR \omega^2 \sin \omega t = CR \sin \omega t.$$

Звідки визначаємо необхідну жорсткість пружини стиску:

$$C = m \omega^2 = \frac{mV^2}{R^2}. \quad (12)$$

Для рукавичного автомату ПА-8-33 жорсткість пружини становить:  
 $C = 2319$  Н/м.